

IMRニュース No.3

著者	東北大学金属材料研究所
雑誌名	IMRニュース
巻	3
ページ	1-20
発行年	1988-10
URL	http://hdl.handle.net/10097/41890



From College Park to Sendai

James Robert Anderson*

When I received an invitation from President Ishida and Professor Nishina to be a visiting professor at the Institute for Materials Research (IMR) of Tohoku University, I was very pleased and excited. I knew Tohoku University by reputation and also I had spent two days in Sendai about five years ago. I had met several scientists from IMR and had the highest regard for their capabilities. The high-magnetic-field facility at Tohoku University is one of the best, perhaps the best, steady-field facilities in the world. Moreover the optical experiments of Professor Nishina's group fitted well my interests.

Now that I am about half-way through my year (1988) at "Kin-Ken" carrying out research with members of the Magnetism Laboratory and Physics of Electronic Materials Laboratory, it seems appropriate to record some of my experiences and

impressions. At my university in the United States, the University of Maryland, College Park, I have been preparing crystals of diluted magnetic semiconductors (DMS) and studying physical properties of these materials. Another area of my research is a study of molecular-beam-epitaxy prepared III-V heterostructures and superlattices. In Kin-Ken I also have my own laboratory, The Laboratory for Exotic Materials Design. The research at Kin-Ken on laser studies of microclusters, Raman effect at surfaces, and the influence of high magnetic fields on the physical properties of materials is complementary to my investigations of DMS systems at Maryland.

DMS systems are ternary or even quaternary alloys composed of cat-

*) 物質創製学客員部門教授 (Visiting Prof. of Laboratory for Exotic Materials Design)

ion elements from columns II (or IV) of the periodic table and anions from column VI. The magnetic influence results from the replacement of some of the cations with a magnetic ion such as manganese or a rare earth. Since these materials are semiconductors, their most significant property is the control of the energy gap by variation of the composition. For example, there are narrow gap materials such as $\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ whose energy gaps can be varied from 0 to more than 1 eV by increasing the Mn content. Wide-gap materials, such as $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ which has an energy gap that increases with increase of Mn from the value for CdTe, 1.6 eV, to values larger than 2 eV, are suitable for the visible and ultraviolet ranges. Since 1 eV corresponds to infrared, it is obvious that DMS materials have the potential to be used as optical detectors or sources, e. g. lasers, for wavelengths ranging from the far infrared to the ultraviolet. In addition, because of the presence of the magnetic ions, these semiconductors are quite sensitive to applied magnetic fields. That is, the band gap can be tuned and optical properties modified by a magnetic field. Magnetically tunable lasers and detectors have been proposed for DMS systems. In fact, Becla at MIT has used HgMnTe to make the first injection laser from II-VI materials and this laser can be tuned with a magnetic field.

This confluence of semiconductivity and magnetism provides an opportunity for the investigation of much interesting physics. As examples that are under investigation at

present we may mention the following: 1. In some systems there is a surprisingly large decrease in the resistance at low temperatures (sometimes from four to seven orders of magnitude) at applied magnetic fields of less than one Tesla.

2. Splittings in optical spectra that would be expected only in the presence of a magnetic field in ordinary semiconductors are observed in zero-field experiments. 3. Anomalous structures are found in the magnetization curves. These include spin-glass behavior at very low concentrations of the magnetic ions and magnetization steps at high magnetic fields.

At Kin-Ken I have been collaborating on several projects related to DMS systems. These include magnetization, magnetotransport, and magneto-optical studies at high magnetic fields, 15 T and above, and Raman effect studies on anodized films grown on DMS crystals. In addition to my research on DMS systems, I have been learning about the research here on microclusters, high- T_c superconductors, magnetic metal alloys, de Haas-van Alphen effect in high-mass systems, and optical studies at normal and high pressures. I have been able to participate in seminars and conferences and to read reprints and preprints (in English) from Tohoku University. I have also visited a few other laboratories in Japan and expect to have other opportunities to examine the way physics is practiced here.

I also appreciate the fact that at Tohoku University there is a strong international flavor, one important

characteristic of a good university. I am living at the International House in Sanjo-Machi, a location convenient both to downtown Sendai and to the Katahira Campus of Tohoku University. At the International House are scholars from China, Taiwan, Korea, France, Germany, Philippines, Indonesia, Egypt, United States, of course, Japan, and many others, more than thirty countries in all. Not only does this international environment make life more stimulating, but also it provides a good opportunity to learn about and from students and scholars of other lands. The cross-fertilization resulting from international exchanges provides many advantages to the universities and participants from all countries involved. In my laboratory in the United States the faculty, postdocs, and students, a total of about nine people, represent four continents and the resulting exchange of ideas stimulates our research.

Japanese society appears to be committed to internationalism. Lessons in the Japanese language by teachers, who have had intensive training in teaching methods, are provided to visitors from abroad at nominal cost. (I have lessons two mornings each week.) Several Japanese organizations sponsor parties and trips so that foreigners can learn more about this country and become acquainted with Japanese people. For example, I took part in a JR Railroad-sponsored day-trip to Kurikoma Yama. During this well-organized excursion I had an opportunity to see a different region of Japan and to meet many new

friends. The trip was so popular that almost twice the expected number (80) took part.

Modern Japan is an interesting mixture of Japanese and Western cultures, old and new. In Japan learning English is so important that many people pay a rather high price to learn conversational English. I have been pleasantly surprised by the large number of people here, not just scientists, that know English well. (Of course, this makes it much harder for me to learn Japanese because there is less pressure.) I have attended tea ceremonies as well as beer parties. One evening I will eat sushi and sashimi and the next a Mac Donald's hamburger. I have enjoyed both Kobe beef and roasted fish. I have watched Noh plays (part only) on television, also attended classical music concerts such as Bach's St. Mathew's Passion, a concert of Viennese waltzes, and a classical music recital by high school students, and listened to an open-air jazz concert. I have enjoyed visiting old religious temples, for example in Hiraizumi, but I have also seen the electronic "temples" in Akihabara.

Efficiency and good service seem to be especially prized in Japan. For example, I saw a Japanese businessman with an umbrella and briefcase shaving while crossing a busy street in the rain. Gasoline station attendants run while attending to a customer. Once a decision is made, it is implemented very quickly. The building in which I work did not exist a year ago. Since then the old building was razed and a new one was raised in its place.

It is difficult for me to contrast university life and work in Japan and in the U. S. This is especially true because my observations here are based on institutes and not on the entire University system. The best I can do is to describe the University of Maryland and make a few comments about Tohoku University. The University of Maryland is a very large university with about 35,000 students and about 2,400 teaching faculty. The faculty to student ratio at Tohoku University, 1,150/13,000, is about 30% larger. Although we have small classes for our physics majors, we have large classes for non-majors such as premedical students. For example we have a popular elementary astronomy course with at least 1,000 students and our physics classes for engineers may hold several hundred students. In the Physics Department our teaching loads are light, typically one course and one seminar each semester. Normally a physics faculty member should be able to teach all but the most specialized courses and will not teach the same course more than three times in a row. This means that more preparation time is required for each course, but the variety makes the teaching more interesting both to the faculty member and to his class. For example, during the spring 1987 semester I taught a graduate course on the physics of solid state devices and last fall I taught a course to non-physics undergraduates on the physics of music. During this last course I learned new things about musical instrument design, musical scales and modes, and even electronic music.

Most faculty members prefer to teach graduate courses, but far more undergraduate than graduate courses are offered. We also have a few research institutes, but even in these faculty members are expected to teach at least one course per semester. In many of the non-science departments teaching loads are much heavier, three or four courses per semester, but some faculty members will teach the same courses during their entire teaching careers. It appears to me that the situation is quite similar in Japan with light teaching loads at research institutes but heavy loads for the regular teaching faculty. One major difference is that our non-tenured assistant professors also are expected to teach at both the graduate and undergraduate levels. This gives a new faculty member valuable experience but also takes time away from his research.

In the United States it is stated that promotion to tenure is based on three aspects: research, teaching, and service. Of course, everyone knows that research is by far the most important. It is also true in the United States that non-tenured faculty are given more authority and responsibility than their counterparts in Japan. At Maryland assistant professors (these are non-tenured faculty members) frequently have their own grants and contracts and therefore their own research groups. In fact, if a faculty member at Maryland has his own budget from grants, contracts, or industrial sources, he has nearly complete authority over the direction of his research and how his research budget will be spent. We

do not actually have a democracy because in principle the chairman of the department has the final say, but he will almost always follow the wishes of his faculty.

Another unavoidable aspect of university life is meetings. At the University of Maryland a few years ago it was decided that the University should be run in a more democratic fashion. Consequently many committees were established. In the Physics Department there were new committees to advise the chairman on operation of the Department, on research, and on teaching. In addition, associate chairmen were designated, one for teaching and one for departmental planning. At higher levels there were other committees to advise administrators and to establish long-range plans and goals. In the beginning these committees met frequently to write their own plans of organization and operating rules. Interminable discussions consumed a great amount of time. I suspect that during the first year of these new committees, research productivity decreased by 50%. Women were especially vulnerable because there are so few women faculty members. Each woman served on several committees as a token woman on the committee. Gradually over the years, however, the meetings became less frequent and in some cases a committee held no meetings during an entire year. Thus as the "usefulness" of committees has become apparent, our committee assignments have become less onerous. Now we have one general departmental meeting each semester and the weekly advisory commit-

tee meetings have become monthly. Some committees remain, e.g. the Appointments, Promotion, and Tenure Committee and the Qualifying Exam Committee. (All our graduate students must pass this examination in order to continue for the Ph. D.) With these reductions, however, it has become possible for a faculty member to avoid committees for an entire year.

From my vantage point it appears that Kin-Ken faculty serve on more committees and have more meetings than University of Maryland faculty. For example, there is a monthly meeting of the Kin-Ken faculty. This is not to say that committees are good or bad, but only that I think they serve a different purpose in Japan. Here at Tohoku University decisions are normally reached by consensus and persuasion. I suspect it would be rare in Japan that a minority report would be written objecting to a committee's decision. Consequently in Japan much more time is taken to make sure that each faculty member has a chance to voice his opinion and to agree or at least acquiesce to a particular decision. Probably this is why it appears to me that once a decision is reached, implementation is so rapid.

In conclusion, I can only say that I have been very pleased by the opportunities I have had to learn about Japan and Japanese people and to carry out research here. I have made many friends and feel quite at home. I am sure the remaining half of my time in Japan will be spent just as enjoyably and usefully as the first half.

August 8, 1988



産業人第一号の客員として

飯 島 澄 男

(日本電気㈱基礎研究所主管研究員)

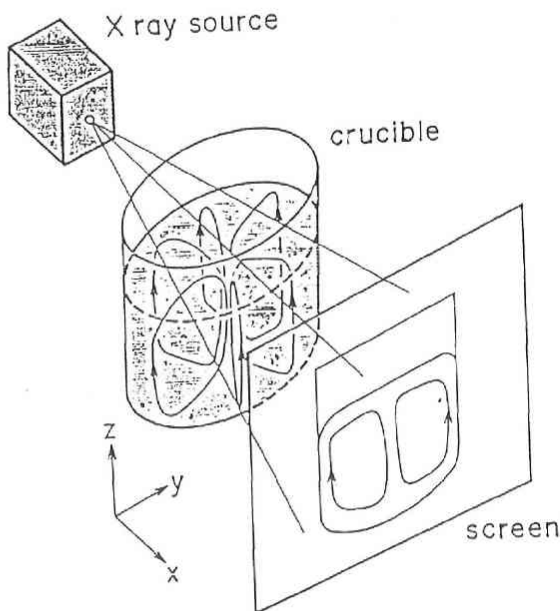
民間人最初の客員として金研で過ごす機会を頂き、貴重な体験ができましたこと、誠に有難うございました。小松先生はじめ研究室の皆様、それに金研の諸先生方がたにまず御礼申し上げます。

仁科先生から客員のお話を頂いたとき、気軽にお引受けしてしまったのですが、こちらに来るようになって、大変なことであることに気が付きました。産業界にも広く門戸を開き、金研の伝統を積極的に進めていく研究所の皆様の熱意に答える自信が全くないからです。果して、半年の任期を終えてみると、想像した通りに成ってしまったようです。立派なオフィスを頂いてもう少し何とか成らなかったのかと後悔する次第です。第一号として、アコムプリシュメントを最低レベルに設定した実績は、後任の方々に大いに勇気づけることに貢献したかも知れません。

しかし考えてみると、独創性豊かな研究は本来そんなに出るものではないと、目標を高く設定すれば、与えられた期間に何か結果を出すと言う日本的発想を無視して、居直ることもできるかも知れません。金研滞在中に経験したことがきっかけとなって、後日何かものすることがあったら、本プログラムの目的達成と言うのかも知れません。その意味では、金研の産学共同プログラムはこれからが本番、と勝手に考える次第です。弁解がましくなりましたが、企業の研究所も大学の研究所と肩を並べるレベルまで早く成長し、文字通り give and take のできる健全な関係が来る日を待ち望むところです。企業の側にも大学の先生方を受け入れるプログラムがあって当然のように思います。微力ながら努力したいと思います。そういう風土がこの国には是非必要と考えます。

最後に、私事になりますが、ときどき企業の研究所から離れて自由な研究雰囲気に触れ、リフレッシュする機会を持てたことは企業に働く者には最高の贅沢と自他共に認めています。仙台は大学院生と科学計測研の助手として過ごした思い出の地でもあり、その街が東北大を中心とする学術都市として、また政令指定都市として大きく発展するさまを眺めることは心温まるものがありました。

皆様のご研究の益々の発展を期待いたします。これを機会に今後ともどうぞよろしくお願いをお願いします。



融液の可視化

イオンビーム技術の材料研究への応用

山 口 貞 衛

金研で短期研究会が開催できることになり、加速器からのイオンビームを用いた材料研究を主題とする短期研究会を企画することにした。折しも、イオンビームによる材料研究と関係の深い第12回固体内原子衝突国際会議が岡山市で行なわれるので、それに前後する期間に研究会を開催すれば、海外の研究者を仙台に招くことができるのではないかと考えて準備を始めた。しかし現行の制度では、海外からの研究者に旅費を支給することができないことが分かったので、その計画を断念し、国内の研究者だけを招いた研究会にならざるを得なかった。

研究会のプログラムは下記の通りである。

11月16日(月) 14:00~16:50

- ☆開会挨拶 平林 真(東北大)
- ☆反射電子顕微鏡法によるスパッターアニール過程の観察 八木 克道(東工大)
- ☆多孔質 Si と界面制御 平木 昭夫(阪大工)
- ☆RBS チャネリング法による As イオン打ち込み GaAs 中の格子間位置の決定
西沢 潤一・塩田 郁雄(東北大通研)
小山 裕(半導体研究所)
- ☆PIXE による労働環境大気の分析
赤林 英夫・大塚 昭夫
小牧研一郎・藤本 文範
(東大教養)
- ☆ ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$ 核反応による Li 深さ分布測定法
相良 明男・鎌田 耕治
(名大プラ研)
- ☆低エネルギーイオン照射によるアルカリイオンの二次放出しきい値の測定
村上 純一・楠 勲
(東北大科研)

11月17日(火) 9:30~15:30

- ☆RBS 法を用いた分子・原子イオンビームの阻止能比の決定 森田 健治(名大・工)
 - ☆高速イオンの表面散乱シミュレーションと実験の比較 万波 通彦(京大・工)
 - ☆イオンチャネリングと二次電子放出
工藤 博(筑波大)
 - ☆高分解能陽電子エネルギー分析装置を用いた表面解析 伊藤 憲昭(名大・理)
 - ☆高 Tc 超伝導体のイオン等ビーム照射効果
村上 浩一・升田 公三
(筑波大・物質工)
 - ☆Si (100) 2 xn 構造のイオンチャネリング分
光 市ノ川竹男(早大・理工)
 - ☆Deuteron チャネリングによる SiC 欠陥の研究 梨山 勇(電総研)
 - ☆非晶質炭素中水素の ERD 解析中における水素放出
小林 紘一・大塚 昭夫
小牧研一郎・藤本 文範
(東大教養)
 - ☆低 Z 材料中の注入水素の挙動
永田 晋二(東北大金研)
 - ☆閉会挨拶 山口 貞衛(東北大金研)
- 参加者の内訳は学外 17 名(大学 15 名, 官庁関係 2 名), 学内 20 名であった。研究会では、イオンビームを用いた新しい分析技術の開発やイオンビームによる材料の改質反応過程の解明に関する最先端の研究が紹介され、質量ともに充実したものとなった。
- 研究会後に懇親会を行なったが、席上で是非ともこのような研究会を続けてほしいという希望が寄せられた。また、研究会を一層充実したものにするために、企業からの参加を求めるとか、科研費の研究班との共同企画・開催を考えたらどうか、などの提案がなされた。

光・電子で固体表面の何がわかるか

広 川 吉之助

この研究課題は他のグループのテーマより一見ソフトであるが、現在我国における固体表面の研究者で、それぞれユニークな方法論を持って研究を展開している人達の話を書く会を意図した。本学には TURNS-011 の表面研究グループがあり、表面研究に関心を持っておられる方が多いのを幸い、TURNS-011 の委員長らの意見も聞きながら光、電子線と物質の相互作用、そしてそれにより得られる物質の表面情報は何かということ次のような演題を各講演者をお願いしたところ皆喜んでお引き受けいただけた。日時は 1987 年 11 月 18 日、場所は金研・講堂で行われた。

・広義の光電子分光と表面

河野 省三（東北大・理）

・AES における固体表面の電子挙動と定量性

志水 隆一（阪大・工）

・RHEED-TRAX と表面研究

井野 省三（東大・理）

・高分解能電子エネルギー損失分光と表面化学種

西嶋 光昭（京大・理）

・変調赤外分光と SEWS

末高 治（東北大・工）

・SERS と SEWS

井上 雅博（筑波大・物理工）

・SERS 佐々木芳朗（東北大・金研）

・ラマン散乱と固体表面

潮田資勝（東北大・通研）

しかし、ここに掲げた以外に XPS に関する話題提供を、お願いした二人の講師は残念ながら日程の都合がつかず、そのため、最初の意図に少々反するが、講演時間をやや少なめにして一日だけの研究会とした。

表面研究の一手段としてイオンビームがあるではないかと思われる方も当然多いと思うが、それについては他のグループの課題の中に含まれる可能性が大きいので、本研究会では割愛した。

参加者は本学の表面研究に関係した各部門から約 90 名程度、丁度講堂が満席になる程度となり、

講演の内容ならびに TURNS-011 委員長の心くばりで、大学院学生の出席が多かった。しかも当方では、あるいは各講師相互間に今まで、あまり密接な交渉がなかったのではないかと危惧したが表面と言う共通の専門分野もあって、互いに顔見知りも多く、すぐに共通の話題を提供しつつ討論に入れた。

X 線光電子分光・逆光電子分光による珪素表面ならびに、そこに金属蒸着した場合の表面の状態密度に関する話では試料表面の洗浄化と真空の関係などが話題となった。

AES すなわち、オーージェ電子分光の話は電子と固体表面の相互作用、とくに後方散乱の話と、AES における定量性（現在のところ実在試料に、ただちに適用できそうな方法がない事）、そして現在・西側先進諸国間で表面分析に関する共同実験として VAMAS プロジェクトがあると言った話があった。つぎの東大・井野教授からは RHEED-TRAX を考えつきたいきさつからその応用、そして最近新しい光電子スペクトロメーターについてのアイデアとその実用化などについていきいきと話された。

高分解能電子エネルギー損失分光と表面化学種の話は本邦では数少ない研究であり、今までの装置の進歩と将来の展望そして、ニッケル、パラジウム、珪素の単結晶表面に吸着した H_2 、 C_2H_2 などの振動スペクトルについての基礎的研究に関する話がなされた。

超高真空を必要とせず振動スペクトルが測定できる赤外吸収やラマン散乱が固体表面研究に広く応用されるようになり、その中で赤外吸収の高感度化を試みた変調赤外分光法について原理、装置そして実在表面への応用例として白金-酸化チタン触媒表面でのメタノールの変化や、紫外線照射下での珪素の CVD 反応の例が興味深く紹介された。銀を始めとするある金属や、化合物表面に吸着されたピリジンなどある化合物が異常に強いラマン散乱を与える SERS (Surface En-

hanced Raman Scattering)については機構として電磁気学的理論が述べられ、銀電極表面でのニトロベンゼンの吸着例が発表された。このラマン散乱で固体表面のどんな情報が得られるか、そして微弱な散乱光も測定できるような分光器が設計されてもよい事などが指摘されて本研究会を終了した。

近年表面研究は表面測定法の進歩により大きく進展した事は誰もが認めるところである。しかし理想表面の研究者が考える表面と実在表面の間に

大きな差がある事。VAMASプロジェクトのように国際的にも表面分析の定量性が取りあげられているが、定量性に対し、研究者の考えが立場により可なり差があることが知られている。また赤外吸収やラマン散乱のように高真空を必要としない測定技術はin situ 測定、あるいはダイナミック分光法への応用が期待されている。今後は課題をしぼって討論を深めて行く方向に研究会を持って行って欲しいとの要望が参会者から多く出された。

金属間化合物

和 泉 修

金属間化合物の高温構造材料への応用研究が世界的に注目を集めるようになり、最近米国を初め諸外国において国際シンポジウムが開催されている(わが国でも日本金属学会主催で昭和66年に「金属間化合物～物性と応用」をテーマに国際シンポジウムが開催される)。このような情勢からみて、今後の研究は基礎研究から応用研究へと大きく発展することが予想される。そこで、基礎あるいは応用研究に興味をもつ多くの研究者が一堂に会して研究の現状・動向・展望などを議論することが急務であると考え、本研究会を企画した。

金属間化合物の基礎研究あるいは応用研究に関与している研究者やこの分野に関心のある研究者を対象にして、短期研究会への参加を呼びかけた。その結果、本研究会の主旨に多くの賛同が得られ、38件の講演申込(大学:26件、国立研究機関:3件、企業:9件)があった。短期研究会への参加者は大学、国立研究機関関係者が45名(北大、東北大、東大、東工大、名大、京大、阪大、九大など)、企業関係者が43名(新日鉄、日本鋼管、神鋼、石播、川重、三井造船、三菱電機など)である。

本研究会で最も注目されたのは、TiAl系金属間化合物の応用研究に関する発表であろう。TiAlは優れた比強度と耐酸化性を有するため、軽量耐熱材料として期待されているが、室温付近では極めて脆いため、実用化されていない、この脆さを克服するために結晶塑性の本質に関する研究や、

組織・構造制御に関する研究が、これまで行われてきた。今回の講演では精密鑄造法を使って、ターボチャージャロータの開発に成功した報告があり、注目を集めた。TiAlについては、恒温鍛造、粉末成形、HIP処理など種々のプロセッシングによる機械的性質の変化、さらに変形組織の電顕観察、結晶塑性の解析、クリープ強度測定など多くの興味深い結果が大学、企業の双方から報告され、活発な討論が行われた。実用化が近いといわれているだけに、TiAlの研究が著しく活性化されていることが改めて印象づけられた。

高温構造材料としてのNi₃AlやFe₃Al系金属間化合物については、強度、破壊に及ぼす諸因子についての検討が系統的に進められており、高温材料としての適用性が次第に明らかにされていることが示された。

強度の逆温度依在性という金属間化合物特有の現象に関する微視的機構の研究、格子欠陥の計算機シミュレーション、金属間化合物中の転位観察、拡散機構の研究など、基礎研究の分野においても研究は急速に進展しており、活発な議論が行われた。

さらに、金属間化合物研究に欠くことの出来ない分析・評価技術であるALCHEMI、FIM、陽電子消滅法、高分解能電顕観察などの最近の進歩の現状と将来性が展望され、これらの技術が今後、有力な武器になるものと予想された。

本研究会のように金属間化合物の、主に機械的

性質を研究テーマとしている研究者が、基礎から応用分野まで、しかも大学、国立研究機関、民間企業とあらゆる研究組織から参加した研究会はわが国では今回が最初である。これまでも金属学会などの主催で同じようなテーマで研究会が企画されたことがあるが、企業からの参加者が少なく、基礎研究が中心であった。そのため金属間化合物の優れた機械的性質を実用材料として利用するための応用研究に関する議論は十分になされていないように思われた。そのため今回の研究会では、少なくとも参加者の半数を企業の研究者にするように計画し、前述のように数次的には所期の目標を達成することができた。

その結果、学会での討論とは質的に異なった議論が随所に展開された。TiAlのように長年の基礎研究の積み重ねが応用への途を拓くのは当然であるが、基礎研究と応用研究との間に現存するギャップが具体的に指摘され、材料開発にとっては両研究が一体となって進展すべきであることが再確認された。

個々の講演およびその後の討論で多くの知識・理解が得られたうえに、上述したように研究姿勢に関しても、研究組織を越えて有益な意見の交換ができたのは、大きな収穫といえる。残念だったのは講演数が多過ぎて討論時間を十分にとれなかったことで、次の反省材料である。

CVD 討論会

平 井 敏 雄

原料に気体を用いて材料を合成する化学気相析出 (Chemical Vapor Deposition : CVD) 法は、耐熱構造材料、工具材料、耐食材料、絶縁材料、誘電材料、光学材料などの合成手法として、広範囲の分野で採用されています。ごく最近では、CVD 法は超伝導薄膜の合成にも利用できるとが示されました。さらに CVD 法は、新奇な材料の開発手法としても重視されています。このため、私どもの研究室では、研究能力の 90% を CVD 関連の研究にあてています。

ここ数年、CVD 法の重要性が広く認識されるようになり、わが国でも CVD 研究グループが東京および名古屋で結成されました。しかしながら、CVD に関する共同研究の動きはほとんどありません。

金研の共同利用研究所への移行は、私どもの研究室を核として、CVD の共同研究をスタートさせる絶好の機会です。そこで、第 1 回の共同利用短期研究会のテーマは、共同研究を遂行するための各研究機関の接点を探ることを目的として、「各研究機関における CVD 研究の現状」にしました。

当面の共同研究の相手としては大学および国公立の研究所が対象となりますので、第 1 回は、そ

の可能性が高い、東大、東工大、岐阜大、長岡技術科大、東京理科大、阪大から CVD の研究概況を聞かせていただくと同時に、受け入れ側の金研からは、茅野研、平林研、庄野研における CVD 関連の研究概況を紹介していただくことにしました。

CVD の研究は企業の注目を集めていますので、第 1 回は、企業の研究者にも完全にオープンにすることにしました。

討論会は昭和 62 年 12 月 8、9 日の 2 日間に金研講堂で行なうことにし、主担当者を山根助手として、9 月から準備にかかり、10 月中旬までに討論会の案内状を約 100 通発送しました。当初、40~50 名の参加人員を見込んでいましたが、11 月初旬になって参加者が 100 名を越えることが分かり、会場を金研講堂から選研講堂に急遽変更しました。

結局、参加人数は、大学・研究所関係 42 名、企業関係 71 名の計 113 名になり、いままさらながら CVD に対する関心の深さに驚きました。

討論会 1 日目は、先ず私 (平井) が共同利用に関してお話し、続いて下記の講演がありました。

- (東大・工) 霜垣：超微粒子沈着 CVD によるセラミックス膜の高速合成—AlN, TiO₂,

ZrO₂ への適用

- (東工大・工) 水谷: CVD による遷移金属窒化物膜の合成
- (岐阜大・工) 高橋: 酸化物および混合酸化物薄膜の合成—MOCVD 法とゾルゲル法
- (長岡技科大・工) 鎌田: プラズマ CVD によるアモルファスセラミックス膜の合成と評価
- (東京理科大・理工) 伊藤: CVD 法による軟鉄上への W-SiC 被覆
- (阪大・基礎工) 小野寺: CVD 合成 BN および BN 基化合物の高圧処理

講演終了後、金研会議室で懇親会を開きましたが、参加者が 90 名余りになり、すし詰め状態で、討論をしたい人のところに行くのも大変でした。

討論会 2 日目は金研側の紹介がありました。

- (金研・茅野研) 四竈: 核融合炉第一壁材料としての CVD セラミックス被覆材
- (金研・平林研) 平賀: CVD—BN 中の六方晶および菱面体晶析出物の高分解能電子顕微鏡観察

- (金研・庄野研) 香川: Spray-ICP 法による酸化物超微粒子及び薄膜の作製

それぞれの講演に対して活発な討論があり、さらに共同研究の可能性が検討されました。問題になったのは企業との共同研究で、企業が金研の共同利用制度を利用できないことに不満がある様子でした。

旅費の関係で今回お招き出来なかった他の機関の紹介は次回以降にさせていただくことにして、第 1 回討論会を盛会裡に終えることが出来ました。

通常のセミナーのように、参加者に応分の経費を負担していただいてもよければ、もっとゆったりとした会場で、あるいは近郊の温泉で、討論会や懇親会をもつことが出来、より一層の成果が期待出来るのですが、事実、企業からの多くの参加者は、これほどの講演会が無料とはおかしいですね、なぜ会費を集めないのですかと言われました。講師の先生方には最低限の旅費をお渡しするだけで、謝金は一切なく、講演をお願いする世話人としてはつらい思いをしました。次回からはもっと良い方法を考えなくてはと思っています。

高温超伝導物質の結晶成長

小 松 啓

高温超伝導物質が発見されて、ほぼ 1 年たったところで、1987 年 12 月 8～9 日、仙台市戦災復興記念会館で共同研究会を開いた。

初期の熱狂がようやく収まり、これから着実な積みあげが始まる。そこで、全国から単結晶育成に取り組んでいる研究者に一堂に会していただいた。テーマは、相図、構造、相変態、欠陥、ストイキオメトリー、成長機構および特性と成長条件など、いずれも地味だが、避けて通れない研究をとりあげた。

討論を通して得られた共通の認識は、数ミリメートル以上の大型単結晶になると T_c が低下し、粉末焼結体に及ばなくなることである。多分、酸素の不足であることは一致した意見であった。今後、いかにして酸素を十分に加えながら大型良質単結晶を得るかが、研究の鍵になるだろう。

講演者と演題は以下の通りであった。

- * 伝導酸化物結晶成長の 2, 3 の考察

細谷 正一, 福田 承生 (東北大金研)

- * 溶液ひきあげ法による La₂CuO₄ 系単結晶の育成

岡 邦彦, 鷗木 博海 (電総研)

- * NdBa₂Cu₃O_{7-δ} の育成と評価

勝井 明憲 (NTT 茨城通研)

- * 熔融法による La₂CuO₄ 系について

児島 弘直, 田中 功 (山梨大工)

- * YBCO 単結晶育成と双晶構造

武居 文彦, 竹屋 浩幸 (東大物性研)

- * 超伝導化合物の構造決定の現況

梶谷 剛 (東北大金研)

- * Ba₂LnCu₃O_{7-δ} (Ln=Y, 希土類) における酸素のノンストイキオメトリー

岸尾 光二 (東大工)

- * Ba(Pb_{1-x}Bi_x)O₃ 単結晶の合成

渡辺 興一 (群馬大工)

* 酸化物超伝導体単結晶の育成

日高 義和 (NTT 茨城通研)

* $\text{Ba}_2\text{YCu}_3\text{O}_{7-\delta}$ 単結晶の作製と評価

林 邦彦, 村田 恵三

高橋 和宏, 徳本 圓

伊原 英雄, 腰塚 直己

木村 錫一

(電綫研・磁性材料)

* $\text{Ba}_2\text{YCu}_3\text{O}_x$ 結晶の表面観察

沢田 勉 (無機材研)

* YBCO の微細構造と特性

松本 武彦 (金材技研)

* $\text{Ba}_{2-x}\text{R}_{1+x}\text{Cu}_3\text{O}_{7\pm y}$ の酸素欠陥

泉 富士夫 (無機材研)

* 包晶反応による $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ の形成

北口 仁, 高田 潤

(岡山大工)

* $\text{Ba}_2\text{YCu}_3\text{O}_7$ 単結晶の電子輸送現象

高木 英典, 岩渕 裕行

(東大工, 総合試験所)

* 2, 3 の研究課題 (提案) について

新関 暢一 (東芝)

* Y-Ba-Cu-O 薄膜のイオンビーム分析

中嶋 英雄 (東北大金研)

* Pt を含む単斜晶系 Y-Ba-Cu-O 系化合物単結晶の合成と評価

中林 幸信, 河村 力

日比谷孟俊, 佐藤 哲朗

(日本電気基礎研)

* $\text{ABa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ ($A=\text{Y}$, 希土類) 単結晶の育成と評価

林 成行, 大野 孝志

井上 哲夫, 小松 啓

(東北大金研)

核融合炉材料に関する重照射効果

茅野 秀夫・松井 秀樹

大洗施設においては創設以来, 全国の共同利用施設であることから, 施設を利用する全国の国立大学研究者によって 1~2 年に 1 回材料照射研究大会を大洗近辺の会場で開いてきた。研究会の内容は主として大洗施設の共同利用により得られた成果が中心であるが, 時にはその時期の照射に関するトピックスを取り上げる場合もあった。例えば大型加速器と材料照射とか微小試験片による重照射試験法に関する研究会などである。

今回は金研の共同利用研究会の一環として行なったために, 場所は仙台で行なうこととなった。大洗近辺で行なう場合は宿舎は全て施設で一括して世話をするが, 仙台の場合には各自で探して貰うことにした。探しあぐねている人も居るのではないかと気がかったが, それぞれ仙台に然るべき宿泊の場を確保されており, 逆にこちらが紹介される仕末には驚かされた次第である。

今回の研究会のテーマは JMTR と JOYO を利用して, 如何にして核融合炉材料に関する重照射効果の研究を行なうかを議論することが主な

目的である。出席者は大洗施設を利用して研究を行なっている材料重照射研究グループ 40 名が集まって, 12 月 8 日(火)金研新館 7 階ゼミナール室, 12 月 9 日(水)は講堂で行なわれた。

研究会ははじめに平林真所長兼施設長の挨拶から始まった。続いて JMTR の照射技術と今後の課題について原研大洗研究所の市橋芳徳課長により説明があり, 次いで原研東海研究所の近藤達男燃料工学部長から原子力材料研究のセンター化構想についての説明があり, 1~14MeV まで 4 段階のエネルギー可変出来る加速器を中心とした材料研究センターを作る計画が説明された。続いて東大工学部の石野葉教授により現在日米協力研究で進められている FFTF による照射研究が, また九大応力研究所の蔵元英一教授により JMTR による核融合炉材料照射損傷基礎過程の研究, また金研山口貞衛教授, 長谷川雅幸助教授により JMTR による中性子照射損傷欠陥の挙動と制御について発表があり第 1 日目を終った。

2 日目は場所を変えて金研講堂で 9 時 30 分よ

り動燃の照射試験と材料開発について小山真弘課長代理により説明があり、続いて北大工学部の高橋平七郎教授により JOYO 利用による照射研究についての提案があった。

JMTR によるセラミックスの照射損傷について九大工学部の木下智見教授、また損傷率効果の検討からみた原子炉照射の位置づけについて九大応力研究所の吉田直亮教授により発表があった。

昼食後、JMTR による材料照射法の本質的改質の提案について名大工学部の桐谷道雄教授により、JMTR による Dynamic Tritium Trick について金研松井秀樹教授、ミニサイズ試験片による高速衝撃試験法の確立について金研茅野、熱中性子/高速中性子による有機材料等の照射効果について東北大工学部の阿部勝憲教授による発表があり研究会の幕を閉じた。懇親会は 8 日 6 時 30

分から会員制で開盛庵で行なった。研究会の出席者全員が参加して、諸住名誉教授の挨拶、石野教授の乾杯で会が進められたが、研究会の内容についてのお互いの意見交換が中心であり、研究会を盛り上げるのに大いに役立った。

出席者は旅費の関係で限定せざるを得なかったが、個人で旅費を出して出席している人も見受けられ、今回の企画は十分に有意義であった。出席者の顔ぶれは、材料照射研究および核融合炉材料研究にたずさわり第一線で活躍している主だった大学研究者が出席して居り、討論も充分に行なうことが出来た。

TMTR、JOYO の照射技術の高度化、FFTF 照射の現状、照射研究の方向づけ、新中性子源の提案などについて具体的に議論をし、今後の研究に対する有意義な指針を得た。

破壊の原子論

木 村 宏

材料の破壊は、人間が道具を使い始めると同時に問題になったことであろう。もちろん、破壊は常に都合の悪いことだというわけではない。古代人が石器を作ることができたのは、石が硬くて脆かったからである。しかし、一般には破壊は不都合なことが多い。石器は脆さを利用して加工されるが、その脆さが弱点となる。粘土は容易に加工できるが、焼成すれば硬くはなるが脆くなる。面目を一新したとされるファインセラミックスでも、まだこの問題を完全に克服したとは言えない。適当な加工性と強靱性をもった金属が発見されると、石器も土器もほとんど影をひそめた。以来、金属材料は変身に変身を重ね、現在でも大きく変わりつつある。それほどの大転換を遂げた金属材料でも、もっともきびしい使用条件においては、破壊は依然として重大な問題である。これについては、航空機事故などの例を挙げるまでもあるまい。

破壊の科学として現在もっとも大きな分野を形成しているのは、破壊力学であろう。これは、巨視的な力学の立場であって、材料の諸性質は与えられたものとして扱う。また金属組織学的研究も大きな分野である。たとえば、破壊した材料の破

面を見れば、どんな力加わって、どんな過程で割れが進行したかを推察することができる。こうした学問のおかげで、我々は与えられた材料をもっとも効率よく安全に使用でき、またある使用条件に対して最適の材料を選ぶことができる。

ところで一方、近年の技術の進歩は、材料に対して今までより格段にきびしい特性を要求することとなった。高温、低温、高いドーズの放物線を浴びる、高度の耐食性を要求される、などなどである。これらの要求に対応する新材料の開発においてもっとも重要なことは、その基礎となる学問の確立である。もとより、破壊に強い靱性に富んだ金属材料は数多く開発されているが、それらの開発は主に膨大な実験にもとづく経験則によるものであった。金属組織学、さらには格子欠陥論に基礎をおく強度の学問の進歩により、それらの経験則は次第に体系化され、靱性に富む新材料開発の基盤が整いつつあることは確かである。これが新しい破壊の科学の萌芽である。現代技術の要求に耐えるような強靱な材料の開発には、既存の破壊力学のような立場の学問だけでは対応しきれない。それらの学問は、最終的には材料の性質を

given のものとして扱っているからである。材料の構造と破壊過程との関係をきっちりと記述できるような学問の確立がのぞまれるのである。ここで言う材料の構造とは、原子レベルでの構造のことである。破壊も含めて、材料の機械的性質は、原子間の結合力と格子欠陥（不純物原子や微小クラックも含めて）によってきめられる。これらの要素をもとに破壊過程を記述できれば、脆くない材料を作るにはどこをどうすればよいか、原子レベルで材料開発の方針を考えることができるはずである。このような破壊の科学は、すでにその萌芽のあることは前述のとおりである。この趨勢を助長し研究を加速することは、現在きわめて重要な課題と言えよう。首題の研究会はこうした背景のもとで計画されたものである。

会期は昭和 62 年 12 月 10 日と 11 日の 2 日間であった。場所は工学部の青葉記念会館を使わせていただいた。金研の中に会場をとれなかったのは、何しろ短期研究会が年度の後半以降に集中してしまい、一寸出遅れた本研究会は会議室を確保できなかったためである。

第 1 回のことであり、萌芽的な分野である関係上、講演を一般に公募するのではなく、11 人の方に出演を依頼した。聴衆も 20~30 人と、けっして多数ではなかったが、いずれもこの分野に関心をもつ人達で、いわば同志の集いであった。したがって、討論はきわめて活発で、この種の研究会の目的は十分に達成されたと考えている。

ではこの研究会での 2, 3 の話題を紹介しよう。軟らかい材料ほど脆くなく、硬くなると脆くなるというのが、破壊に対する一般の通念である。やや専門的表現をすると、降伏応力—材料が永久変形（塑性変形）しはじめる応力—が大きいほど破

壊に対する抵抗が小さくなる、ということである。ところが、この通念と全く逆の現象が発見された。ある種のイオン結晶を照射によって硬化させる—塑性変形しにくくする—と、破壊靱性値が予想に反して上昇したのである。これは、破壊クラックと転位の相互作用という、破壊の原子論のもっとも中心的な問題のひとつに関連した研究成果である。この結果の解釈をめぐって、研究を発表した東大生産研の鈴木(敬)、京大工の成田らと、東理大の鈴木(平)との論争は、破壊によって生じる表面エネルギーとは何かにまで及び、大変興味深いものであった。東北大金研の木村、松井、東工大の森らの発表は、破壊という複雑な過程でも、問題の整理の仕方によっては、原子間結合力もしくは粒界結合力に対して直接的な情報の得られることを示したものである。ごく微量の不純物によって脆性が大きく変わり、合金元素を加えるとその不純物の効果が増幅されたり抑制されたりするのであるが、こうした研究が単にデータの集積、現象論的把握にとどまらず、より根元的な原子間結合力という立場から統一される日も遠くないと思われる。その他、金属材料が一般には多結晶体であることから、破壊と結晶粒度、粒界性格依存性などが論じられ、またセラミックスの破壊についても発表があった。

記述がやや専門的となり、この分野に関係のない方々には判りにくいものになったと思うが、筆者の非才の致すところであり、御寛容願いたい。このように、大変地味で一般には判りにくい、材料開発にとってもっとも基本的な問題についても、着々と研究の進んでいることを知っていただければ幸である。

希土類鉄属合金磁性材料の基礎

中 川 康 昭

昨年金研が共同利用研究所に改組され、全国の研究者を招いていくつかの研究会を開催することになりました。磁性関係の研究会について、関係者が相談してテーマを決めた経緯は次の通りです。

金研が主催するからには金研の研究者がかなり大きく貢献している分野を優先すべきでしょう。また、磁気物理と磁性材料の両面からみて興味深いものであることが望めます。そこでまず話題に上ったのが Nd-Fe-B 永久磁石材料の研究で

す。この材料が 1984 年に発表されたときには、最近の酸化物超伝導体とは比較にならないまでも、非常に大きなインパクトを世界中の磁性研究者に与えました。これを発明した佐川真人氏は金研の OB（ただし磁性以外の研究室の出身）であり、その基礎研究には当初から金研の研究者が多数参加しています。いうまでもなく、永久磁石は本多先生の KS 鋼以来金研のお家芸ともいうべき研究対象でした。

ところで、Nd-Fe-B はいわゆる希土類鉄族合金の一つですが、そのような合金の中には光磁気記録材料として注目されているものもあります。しかもそれはアモルファス薄膜であり、金研が近年特に力を入れてきた研究分野に属しています。記録材料として用いるためには薄膜の膜面に垂直な方向を磁化容易方向とする磁気異方性が重要ですが、これは永久磁石材料の特性を支配する磁気異方性と密接に関連していると思われます。そこで両方の材料を包括し、さらにその周辺まで含めて、標記のような研究会を開催することになりました。

「磁性材料」と銘打つからには企業の研究者の参加が不可欠のように思われます。しかし現行制度では民間の方に出張旅費を差し上げることにはできません。心苦しい思いをしながら、関係者に連絡した次第ですが、多くの方々から出席の御返事をいただき安心しました。結局、114 名の参加者中、企業関係者が 45 名というかなり高い比率になりました。

このような研究会では、学会と違ってゆつくり討論するため、講演 1 つ当たり少くとも 30 分位の時間を割当てたいと思いました。しかしそれでは 2 日間朝から晩まで開いてもたかだか 20 人しか登壇できず、全国から多くの研究者を招くためにはいささか物足りない感じがします。そこでやや短いものも含めて 29 の講演をプログラムに組みました。その中の 7 つが企業の研究者にお願いしたものです。

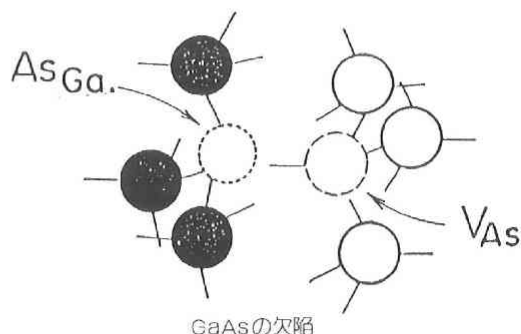
永久磁石に関連した話は 15 ですが、「希土類磁石の進歩」と題する一般的な解説から、「 YCo_5 、 $\text{Y}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ などのバンド構造」という理論家の話まで含まれています。一般に企業関係者は応用に重点をおき、大学関係者は基礎に重点をおくのは当然ですが、この問題については両者の共同研

究がうまくいっているため、十分な相互理解が得られたように思われます。とくに Nd-Fe-B 磁石材料については、その基礎物質である $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ などの単結晶が企業の研究室で育成され、その特性の測定及び解析が大学で行われています。また、新しい可能性を秘めた ThMn_{12} 型構造の材料についても企業と大学の共同研究が行われ、重要な知見が得られています。

光磁気記録材料に関連した希土類鉄族合金アモルファス薄膜については、必ずしもアモルファスでない人工格子の話も含めて、9 つの講演がありました。希土類原子の単イオン異方性が重要なことは永久磁石材料の場合と共通していますが、基礎的により複雑な問題を抱えているように思われます。しかし応用的にみて、わが国の研究が世界をリードしている現状を窺い知ることができました。

その他の 5 つの講演の中には「希土類鉄族化合物の基礎磁性」という、必ずしも磁性材料に直結しない話もありましたが、むしろこのような話の中に将来の応用が生まれるきっかけがあるのかも知れません。これとは逆に、「希土類磁歪材料とその応用」と題する講演はユーザー側から材料開発を促す提言でした。希土類鉄族合金には大きい磁歪を示すものがあり、その応用の可能性はかねてから注目されていましたが、漸く実現の段階に近付いたようです。

このようにかなり広い範囲のテーマであったにも拘らず、全体としてよく纏まった研究会になりました。2 日間を通じて熱心にしかもなごやかに討論が行われたことに満足しています。しかしテーマがやや広過ぎたことも含めません。次の機会にはもう少し範囲を絞り、密度の高い研究会を開きたいと思っています。



遷移金属化合物の高圧下物性

神垣 知夫・金子武次郎

鉄族，希土類，アクチナイドなどの遷移金属を含む化合物の高圧力下の物性をテーマとする研究会が，昭和63年1月18日(月)，19日(火)の両日開かれた。参加者は大学，研究機関から合わせて約60名であった。

主題は大きく分けて

1. 高温，酸化物超伝導体に対する圧力効果
 2. 金属間化合物の電子状態と高圧力の効果
 3. 化合物の磁性に対する圧力の効果
 4. 化合物の金属・非金属転移
 5. 重い電子系に対する圧力の効果
- の5つであった。

報告，討論のあらまし

酸化物超伝導は，液体ヘリウム温度よりもはるかに高温で動作する点が画期的で，すさまじい勢で研究が進んでいる。とくに高圧力を加えたときに転移点が高くなるものがある点に関心が集まっている。この研究会では，理論的な面からは銅と酸素の作る面上の電荷のゆらぎが電子間の強い引力相互作用を起し，転移点の上昇を起す可能性のあることが指摘された。

実験的には，Y-Ba-Cu-O系や周辺物質について高圧力の効果が報告された。銅のまわりの酸素の配置が異なる広範囲にわたる超伝導体の測定では，結果は非常に多様であった。組成が制御された一様性の良い，できれば単結晶試料について測定し，高圧力の効果を見通しの良い形で引き出すことが必要であると，一同揃って痛感した。

Y-Ba-Cu-Oでは酸素量による転移点の変化が大きい組成では，高圧力の効果も大きかった。銅のまわりの酸素の状態が転移点に影響すると思われるが，圧力効果も原子位置の変化を通して同様な状態に近づくものと考えられる。

遷移金属の化合物あるいは金属間化合物の磁性は，局在磁気モーメント間の相互作用によるものから，原子間距離に応じたd，fバンド幅の変化によるものまで広い範囲に分布している。

ペロブスカイト型の Mn_3MC ($M=Ga, Zn$

…)は低温で反強磁性，高温で強磁性を示すなど多彩な様相を示した。 Mn_3PC に原子半径の異なる原子で置換したものの格子常数に着目して整理すると互に良い対応を示した。これらは電子帯構造の考察から遍歴電子系として理解できることが示された。

鉄やラーベス相化合物では，基底エネルギーを定量的に計算して結晶構造の安定性や磁性を扱うことができるようになった。

RMn_2 ($R=Y$ ，希土類)においては，原子半径の異なる原子で置換したとき，圧力効果と似た格子と磁性の変化が生じた。 $MnAs-Sb$ 系や $(Cr-Rh)_3Te_4$ 系においても原子置換と圧力効果とに関連のあることが示された。

強磁性体では， Fe_2P に対する圧力効果は，局在モデルからも3dバンドの広がりからも理解できることが示された。 $R_2Fe_{14}B$ ($R=Y, Ce, Nd$)の磁性はFe-Fe間相互作用の圧力変化と考えられ，Ce化合物では高圧力処理でTcが50度上昇した効果はCeの価数変化によると考えられる。

NiSやNiS₂などの金属-非金属転移については，高圧力の効果や置換の効果が詳しく測定され，電子帯構造の変化による説明が試みられた。ハロゲン架橋白金錯体などの低次元化合物では，高圧力下の光吸収がソリトンの生成消滅の過程として理解さる。

希土類やアクチナイドの化合物にあらわれる重い電子状態は，伝導原子とf電子との相互作用の特異な側面を示すものである。良質の試料について高圧力下で測定することは，原子位置の変化を通して電子系の相関をとらえる点で秀れている。さらにこの結果を通して不純物の効果を明らかにすることができる。

今後の課題

これからの研究の発表には

1. 実験と理論の緊密な協力の必要性
2. 素性のはっきりした，良く制御された試料に

よる研究

3. 高圧力技術を特殊専門の枠に閉じこめず、広範囲に適用して多面的な発展をはかる。といった点の重要さが指摘された。

この研究会のような催しが、ここ数年途絶えていたこともあって、研究の進展に対する意義の深いことが改めて痛感された。今後もこのような場を拡げて、研究の発展に役立てたいと考える。

大型結晶欠陥制御への提言

町田 博（秩父セメント）

第2回研究会のプログラムを見てまず目についたのは、イギリスの装置メーカー G. S. Control から Dr. Rumbsey の出席があることだった。福田教授からの紹介によると、第1回研究会の内容を知り今回の講演を希望されたそうです。そして次に気づいたのは、各講演ごとに講演に引き続きコメント及び討論の時間が充分に設定されている事であった。予想されたように多くの人が議論に参加しプログラム進行が大幅に遅れる程で大変アクティブな研究会になった。結果として前回を越える134名の参加もあり、Crystal Growth に関する本研究会の存在意義が広く受け入れられたと言える。

大型結晶の育成技術は、企業にとって最も注目すべき内容であり、これを確立する為には、いくつもの壁を乗り越えなければならない。その壁とは何か、そして手段は何かが今回のテーマであったと思う。酸化物単結晶、GaAs 及び II-VI 族単結晶育成の現在抱えている問題点、今後の研究開発の方向について様々な立場からの報告、議論がなされた。特に、日頃同じ結晶成長でも半導体、酸化物は別のセッションになり交流が少ないのに一緒に討論しているのは大変有意義であった。その一端を紹介する。

1) 酸化物単結晶について：波長可変レーザー用としては、 BeAl_2O_4 （アレキサンドライト）と Al_2O_3 （Tiドープ）が主流になると考えられているが、今回は欠陥制御の実例として GS GG 育成を挙げそのブレイクスルーについて宮沢氏（無機材研）が講演をした。現在注目されている超伝導用結晶（ La-Sr-Cu-O ）の育成研究が TSSG 法で行われており、Sr の固溶量が 4%（7.5%程

度固溶させたい）に留まることから、固溶限界があるのではとのトピックスもあった。また、メルト温度の振動と対流そして育成結晶の品質との関係という基本的な研究が企業で行われ、その内容が発表されたのは意義ある出来事だったと思う。

2) GaAs について：現在大きな課題は高品質化の上に低価格化することであり、その為に大型長尺化が開発目標となっている。Dr. Rumbsey の話からもハード的な条件は満たされる段階にあると思うが、ソフトの面に問題がある。熱管理と直径の制御方法に絞って研究が進められているのが現状であり、例えば住友電工では熱流解析により最適化条件を選択し 3 inch ϕ \times 70 mm のものを育成し、育成重量を測定、浮力補正をした ADC システムで直径の制御されたものを育成している。また、封止剤 B_2O_3 と GaAs との境界面の結晶と融液とのメニスカスの高さから直径を判定し制御する方法も提案された。

3) II-VI 族単結晶について：欠陥を制御（低減化）するためにも、その構造、起因及び種類の評価が重要であり、それに関する議論が盛んであった。現在 VB 法、GF 法、LEC 法、VPE 法等で研究が進められているが、VB 法の育成技術が一步リードしていると思われる。また、育成の殆んどがヘテロエピタキシャルであることからホモエピタキシャルでの成長に関する研究が重要であるとの提言があった。

次の事が確認されたと思う。検討すべき因子（操作できないものも含め）が多く、ブレイクスルーするためには、基礎からの研究体制が必要で一研究機関では困難で官学民の協力体制が必要である。育成方法、育成時の温度分布と育成結晶の特

性に関する議論等において、今後はメルトの物性を考慮する必要があり、その評価及び評価手段の検討が重要となる。これは前回の研究会で日比谷氏 (NEC) から挙げられた“メルトを制する者は結晶を制す”というスローガンに通ずることである。また、経験工学的立場から脱し理論的背景をもった育成技術の確立を目指すべきだということ事は皆が確信するところであった。大型結晶と言っても、その口径は経済効率、結晶性を考慮して決められており、結晶によってその値は異なるものです。そこで、結晶およびメルトの物性を把握した上で、育成結晶の径と結晶性そして育成環境との関係について検討したいと思っています。

今回の研究会での提言をいくつか紹介する。

- ・ 酸化物単結晶育成の技術開発においてシリコ

ン育成技術の確立の足跡を見直し、大いに参考にすべきである (日立製作所 古畑氏)

- ・ TSSG 法にもっと注目しその技術レベルを向上させるべきである (アスカル 進藤氏)。

- ・ 融液物性を結晶育成条件にも反映すべきである (三井金属 重松氏)。

最後に J. C. Brice からの 1 文を添えて乱文ながら第 2 回 Melt Growth 研究会の報告としたい。

なお、このような文筆の機会を与えて頂きました福田教授、小松教授に深く感謝いたします。いかなる最適技術にも多くの妥協がふくまれており、それ故、いかなる技術にも改良の余地はあるといえよう (J. C. Brice より)。

金属材料研究所 第 76 回講演会 (1988 春季)

5 月 24、25 日の両日にわたって、金研講堂で恒例の会が開かれ、18 研究室の研究発表があった。特別講演はいつも専門外の講師に講演をお願いするしきたりである。今回は、三菱化成 生命科学研究所 人間自然研究部長の、中村桂子博士による「生命科学と人間」、および、東北大学 教養部 岡本友孝教授による「経済学から見た材料研究」の二つの特別講演があった。

中村先生は、1953 年の二重らせんの発見を元年として、時間を追って分子生物学の発展を話され、将来の日本の研究のかかわりあいまでをのべ、感銘を与えられた。

岡本先生は、宮城県を中心とするインテリジェントコスモス構想と、諸外国の同種の計画を比較しながら、材料研究がどんな経済的仕組みで動くのかについて、熱弁をふるわれた。



中村桂子博士 (金研講演会にて)



岡本友孝教授 (金研講演会にて)

〈訪問者〉

6 月 15 日英国王立研究所所長 J. M. Thomas 教授が、金研に立寄られた。物理学会東北支部・応用物理学会東北支部共催で "Solid—State Chemistry and Electron Microscopy of Catalysts" の講演が金研講



Professor J. M. Thomas, F. R. S. 夫妻

堂で開かれた。酸化物の構造的欠陥と触媒効果をていねいに話された。

金属材料研究所

昭和 64 年度研究部 共同研究・研究会の公募

公募事項

A. 研究部共同研究(研究部各研究室との共同研究) 1989 年 4 月～1990 年 3 月

B. 研究会(本研究所において行う研究討論集会) 1989 年 4 月～1990 年 3 月

申込資格：国・公・私立大学及び国立研究機関の教官，研究者及びこれに準ずる者

申込方法：所定の方法(本所共同利用掛に申請書類があります。)によりますが，事前に本所教官と御相談ください。

申込期限：1988 年 12 月 17 日(土)厳守

申 込 先：〒 980 仙台市片平 2-1-1
 東北大学金属材料研究所
 事務部総務課共同利用掛
 (電話) 022-227-6200 内線 2677

課題の採否：1989 年 3 月下旬通知の予定

研究報告：共同研究・研究会終了後実施報告書を提出のこと

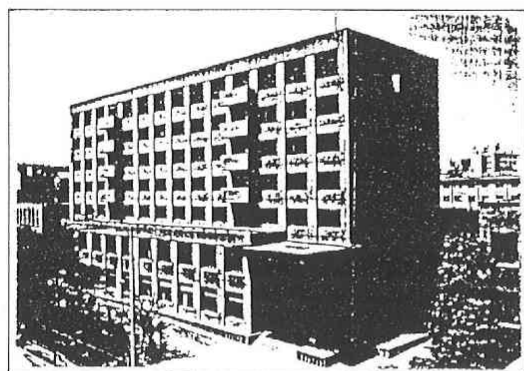
以上

昭和63年度東北大学金属材料研究所研究会(前期)採択一覧

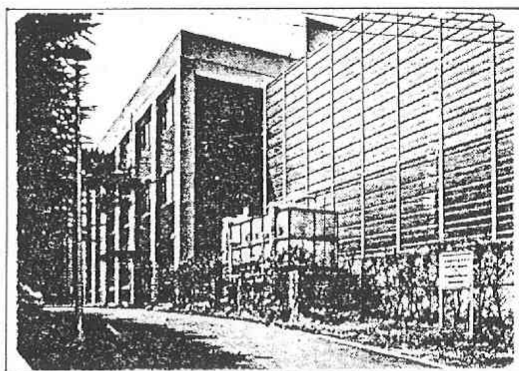
採択番号	研 究 会 の 名 称	代表者	開 催 期 間
6 3 1 0 1	高温超伝導体の結晶作製と評価新しい超伝導酸化物を中心として...	武藤 芳雄	63. 6 .13～63. 6 .15 3日間
6 3 1 0 2		小松 啓	
6 3 1 0 3	破壊の原子論	木村 宏	63. 7 .13～63. 7 .14 2日間
6 3 1 0 4	高融点金属基礎研究会	山口 貞衛	63. 7 .15 1日間
6 3 1 0 5	III－V化合物半導体の結晶欠陥研究の新しい展開	角野 浩二	63. 7 .20～63. 7 .21 2日間
6 3 1 0 6	単結晶技術のデザインには何が必要か	福田 承生	63. 7 .22 1日間
6 3 1 0 7	準結晶の構造	平賀 賢二	63. 8 .25～63. 8 .26 2日間
6 3 1 0 8	アワチノイド元素実験研究会	八木 益男	63. 8 .22～63. 8 .23 2日間
6 3 1 0 9	金属間化合物	和泉 修	63. 9 . 1～63. 9 . 2 2日間
6 3 1 1 0	新素材の加工技術	花田 修治	63. 9 . 2～63. 9 . 3 2日間
6 3 1 1 1	弱い強磁性と重い電子	山口 泰男	63. 9 . 5～63. 9 . 6 2日間
6 3 1 1 2	材料データベース構築の方途	中道 琢郎	63. 9 .13～63. 9 .14 2日間
6 3 1 1 3	超電導材料の電力応用－高温超電導体実用の可能性	能登 宏七	63.10.21～63.10.22 2日間
6 3 1 1 4	核融合炉材料の重照射研究と照射後実験設備	茅野 秀夫	63. 9 .20～63. 9 .21 2日間
			計 14件

昭和63年度東北大学金属材料研究所研究会(後期)採択一覧

採択番号	研 究 会 の 名 称	代 表 者		開催期間(予定)
		氏 名	所 属 官 職	
63201	マイクロクラスター研究の将来	菅野 暁	東京大物性研教授	63.11.14~63.11.16 3日間
63202	アクチナイド化合物の結晶育成の総合的研究	小松原武美	東北大理学部教授	63.10.13~63.10.15 3日間
63203	新素材の耐環境性	橋本 功二	東北大金研教授	63.11.21~63.11.22 2日間
63204	気相からの材料合成とその生成機構	平井 敏雄	東北大金研教授	63.12.1~63.12.2 2日間
63205	過冷凝固による組織制御	新山 英輔	東北大工学部教授	63.12.5 1日間
63206	材料研究へのX線光電子分光法の定量的応用	広川吉之助	東北大金研教授	63.12.8~63.12.9 2日間
63207	不規則凝縮系の構造とダイナミックス	上田 顕	京都大工学部教授	64.1.17~64.1.19 3日間
63208	高品質バルク結晶成長技術	西永 頌	東京大工学部教授	64.1.19~64.1.20 2日間
63209	シリコン中の結晶欠陥の制御と物性	梅野 正隆	大阪大工学部教授	64.1.26~64.1.27 2日間
63210	金属人工格子における新物質相の探索	新庄 輝也	京都大化研教授	64.1.26~64.1.27 2日間
				計 10件



Institute for Materials Research



High Field Laboratory for Superconducting Materials

発行日 1988年10月31日
 編集・発行 東北大学金属材料研究所
 〒980 仙台市片平2-1-1
 phone : 022-227-6200
 facsimile : 022-264-7984

**INSTITUTE FOR MATERIALS RESEARCH
 TOHOKU UNIVERSITY**
 Katahira 2-1-1, Sendai 980, Japan